

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  
PATENTAMT

## ⑯ Patentschrift

⑯ DE 43 09 442 C 2

⑯ Int. Cl. 5:

G 01 B 7/00

G 01 B 7/02

G 01 D 5/165

⑯ Aktenzeichen: P 43 09 442.2-42  
 ⑯ Anmeldetag: 24. 3. 93  
 ⑯ Offenlegungstag: 29. 9. 94  
 ⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 12. 9. 96

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

## ⑯ Patentinhaber:

VDO Adolf Schindling AG, 60326 Frankfurt, DE

## ⑯ Erfinder:

Wallrafen, Werner, 65843 Sulzbach, DE

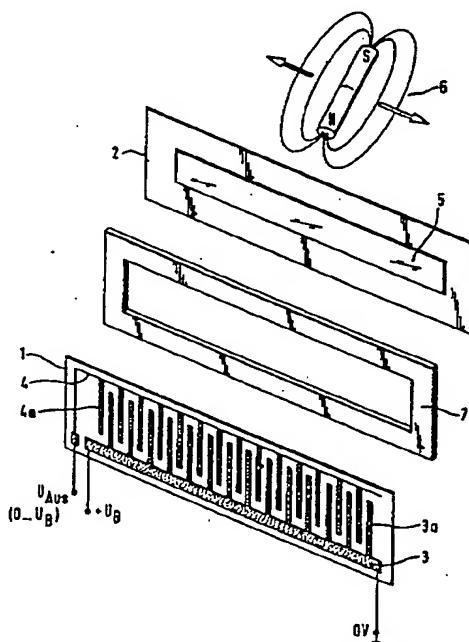
## ⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 10 288 A1

## ⑯ Passiver berührungsloser magnetischer Positionssensor

⑯ Passiver berührungsloser magnetischer Positionssensor, bestehend aus einem ersten elektrisch nichtleitfähigem Substrat mit einer Widerstandsschicht und einer parallel dazu angeordneten Leiterbahn als Potentiometerabgriff und einem zweiten elektrisch leitfähigen Substrat, wobei mindestens ein Substrat elastisch ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß

- mindestens ein Substrat (1, 2) eine weichmagnetische Schicht aufweist,
- eine Magneteinrichtung (6) in Richtung der Leiterbahn (4) mit einem konstanten Abstand geführt ist,
- beide Substrate (1, 2) einen solchen Abstand aufweisen, daß unter magnetischer Einwirkung eine Berührung entsteht und
- die Widerstandsschicht (3) und die Leiterbahn (4) Strukturen (3a, 4a) aufweisen, welche in Bewegungsrichtung der Magneteinrichtung (6) alternierend ineinandergreifen.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Positionssensor, der aus einem ersten elektrisch nicht leitfähigen Substrat mit einer Widerstandsschicht und einer parallel dazu angeordneten Leiterbahn als Potentiometerabgriff und einem zweiten elektrisch leitfähigen Substrat besteht, wobei mindestens ein Substrat elastisch ausgebildet ist.

Es sind Potentiometer bekannt, bei welchen zur Einstellung unterschiedlicher Widerstandswerte Leiterbahn- und Widerstandsbahn parallel und galvanisch voneinander getrennt auf einem Substrat angeordnet sind. Mittels eines weiteren Leiterbahnzuges auf einem zweiten elastischen Substrat sind diese überbrückbar (DE 37 10 286 A1).

Die streifenförmigen Leiterbahnzüge des einstellbaren Widerstandes greifen in der elektrischen Schaltung unterschiedliche Spannungen ab, je nachdem an welcher Stelle die Leiterbahnzüge miteinander kontaktiert werden. Mittels eines Abstandshalters wird das zweite Substrat vom ersten Substrat so weit distanziert, daß zwischen den auf den Substraten aufgebrachten Leiterbahnen ein Kontaktabstand aufrechterhalten wird. Dieser Kontaktabstand wird erst bei Druck auf die Außenseite eines Substrates überbrückt.

Der Druck wird dabei durch ein mechanisches Hilfsmittel erzeugt. Bei einem gattungsgemäßen Positionssensor wird zur genauen Fixierung der mechanischen Kontaktstelle eine Magnetenordnung verwendet.

Der ständige mechanische Druck, der durch die Bewegung des krafterzeugenden Hilfsmittels auf dem elastischen Substrat entsteht, hat einen schnellen Verschleiß des Positionsgebers zur Folge.

Außerdem ermöglicht die Struktur der Widerstandsbahn keine genaue Bestimmung der am Widerstand abfallenden Spannung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Positionsgeber anzugeben, der verschleißarm und genau arbeitet sowie konstruktiv einfach zu realisieren ist und außerdem einen höheren Betriebstemperaturbereich zuläßt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß mindestens ein Substrat eine weichmagnetische Schicht aufweist, eine Magneteinrichtung in Richtung der Leiterbahn mit einem konstanten Abstandführbar gelagert ist, beide Substrate einen solchen Abstand aufweisen, daß unter magnetischer Einwirkung eine Berührung entsteht und die Widerstandsschicht und die Leiterbahn Strukturen aufweisen, welche in Bewegungsrichtung der Magneteinrichtung alternierend ineinandergreifen.

Aufgrund des magnetischen Wirkprinzips wird ein berührungsloser Positionsgeber realisiert, der wegen seiner Robustheit universell einsetzbar ist und verschleißarm arbeitet.

Vorteilhafterweise weisen die Widerstandsschicht und die Leiterbahn kammartige Strukturen auf.

Die weichmagnetische Schicht ist vorzugsweise als ein- oder beidseitig gestützte Biegebalkenstruktur ausgebildet.

Die Gestaltung sowohl der Widerstands- und der Leiterbahn als auch der weichmagnetischen Schicht ermöglicht eine Spannungsteilerschaltung. Die positionsabhängige Signalspannung ist somit ratiometrisch zur Versorgungsspannung und weitgehend unabhängig von den Temperaturabhängigkeiten der Widerstände.

Die Gestaltung der weichmagnetischen Schicht als Biegebalken dient der Steigerung der Empfindlichkeit

und zur Verbesserung der örtlichen Auflösung.

Zwischen beiden Substraten sind zur Distanzierung und Vermeidung eines unbeabsichtigten Kurzschlusses Abstandhalter vorgesehen.

5 Dies kann aber auch dadurch realisiert werden, daß die Widerstandsschicht und die Leiterbahn unterschiedliche Schichtdicken aufweisen.

Zur Verbesserung der elektrischen Kontaktsicherheit sind die weichmagnetischen Schichten mit leitfähigem Material beschichtet.

10 Die Magneteinrichtung ist vorteilhafterweise ein Permanentmagnet, der als Stab- oder Ringmagnet ausgebildet sein kann.

Als Materialien für das elektrisch nichtleitfähige Substrat sind Keramik oder Kunststoff besonders geeignet.

Anstelle der Widerstandsbahn können die kammartigen Strukturen auch Einzelwiderstände zwischen den Abgriffen aufweisen, deren Widerstandswert mittels Laserschnitt abgleichbar ist.

15 Die Erfindung läßt zahlreiche Ausführungsformen zu, wobei zwei in den Figuren anhand der Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigt

Fig. 1 eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Positionsgebers,

20 Fig. 2 eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Positionsgebers.

Gleiche Teile sind in den Figuren mit gleichen Bezugssymbolen versehen.

25 In Fig. 1 ist der Aufbau eines berührungslosen magnetischen Positionsgebers auf der Basis einer Folienordnung dargestellt.

30 Die unmagnetische, elektrisch nichtleitende Folie 1 trägt die Widerstandsschicht 3 und die Leiterbahn 4. Beide sind parallel zueinander angeordnet und weisen eine kammartige Struktur auf, die abwechselnd ineinander greift. Die parallel, in konstantem Abstand nebeneinander liegenden Zungen 3a und 4a der Widerstandsschicht 3 und der Leiterbahn 4 bestehen aus einer magnetisch weichen Schicht, z. B. Permalloy.

35 Die Widerstandsschicht 3 besteht beispielsweise aus Dickschichtmaterial und ist vorzugsweise elektrisch mit Masse und der Betriebsspannung  $U_B$  verbunden. An der Leiterbahn 4 liegt die Signalspannung  $U_{AUS}$ , die im Bereich  $OV \dots U_B$  variierbar ist und die Position des Magneten darstellt.

40 Der Folie 1 ist ein Abstandrahmen 7 nachgeordnet, der in seinen äußeren Abmessungen der Folie 1 und einer weiteren Folie 2 entspricht und einen Abstand zwischen den Folien im  $\mu\text{m}$ -Bereich sicherstellt.

45 Die Kunststofffolie 2 weist eine elektrisch leitfähige, aber unmagnetische Schicht 5 auf, die aus Gold oder Silber besteht. Gegenüber der Rückseite der Folie 2 ist ein Permanentmagnet 6 angeordnet, der in Richtung des veränderlichen Widerstandes der zusammengefügten Folien 1 und 2 linear beweglich geführt ist und einen konstanten Abstand zur zweiten Folie 2 besitzt.

50 Der Permanentmagnet 6 wird im Bereich der elektrisch leitfähigen Schicht 5 bewegt. Die sich auf der Folie 1 befindlichen Zungen 3a, 4a aus weichmagnetischem Material werden durch das Magnetfeld des Permanentmagneten 6 angezogen und auf der elektrisch leitfähigen Schicht 5 der Folie 2 kontaktiert. Je nachdem, an welcher Position der Permanentmagnet 6 einen Kurzschluß erzeugt, wird an dieser Stelle ein bestimmter Abgriff der Widerstandsbahn 1 durch den Anschluß  $U_{AUS}$  erzeugt.

55 Gemäß Fig. 2 sind die Widerstandsschicht 3 und die Leiterbahn 4 auf einem Keramiksubstrat 8 aufgebracht.

Die Vorteile der Keramiksubstrate liegen in den hohen Betriebstemperaturbereichen. Die geometrische Anordnung der Widerstandsschicht 3 und der Leiterbahn 4 entspricht der aus Fig. 1. Die alternierend parallel zueinander liegenden Zungen 3a und 4a der Widerstandsbahn 3 und der Leiterbahn 4 bestehen aus elektrisch leitfähigem Material wie Gold oder Silber.

Das Keramiksubstrat 8 weist im Randbereich einen Abstandsrahmen 7 auf, welcher die Funktion hat, einen konstanten Abstand zwischen dem Keramiksubstrat 8 und einer darauf liegenden weichmagnetischen Folie 9 aufrechtzuerhalten, welcher erst durch den Einfluß des Magnetfeldes des Permanentmagneten 6 auf die mit beid- oder einseitig gestützten Biegebalkensegmenten 9a versehene weichmagnetische Folie 9 überbrückt wird.

Die weichmagnetische Folie 9 ist so positioniert, daß je ein Biegebalken 9a gleichzeitig eine Zunge 3a der Widerstandsbahn 3 und eine Zunge 4a der Leiterbahn 4 überdeckt.

Zur hermetischen Abdichtung des Keramiksubstrates 8 ist über der weichmagnetischen Folie 9 ein Schutzstreifen 10 vorgesehen.

Auch in dieser Ausführung ist der Permanentmagnet 6 in einem magnetisch sicheren Abstand auf der Rückseite des Keramiksubstrates 8 beweglich entlang der Widerstandsbahn 3 und der Leiterbahn 4 geführt.

Infolge des Magnetfeldes werden die Biegebalken 9a der weichmagnetischen Folie 9 angezogen und kontaktieren somit die Zungen 3a und 4a.

Auch hier bestimmt die Position des Permanentmagneten 6, welcher Abgriff der Widerstandsbahn 3 durch den Anschluß UAUS erzeugt wird.

Anstelle der Widerstandsbahn sind auch Einzelwiderstände zwischen den Abgriffen der Kammstrukturen möglich. Die Einzelwiderstände sind dabei durch Laserschnitte auf bestimmte Widerstandswerte abgleichbar.

Die Erfindung bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Weg- oder Winkelmessung, insbesondere als Ersatz für verschleißende Potentiometer als Positionsgeber.

#### Patentansprüche

1. Passiver berührungsloser magnetischer Positionssensor, bestehend aus einem ersten elektrisch nichtleitfähigen Substrat mit einer Widerstandsschicht und einer parallel dazu angeordneten Leiterbahn als Potentiometerabgriff und einem zweiten elektrisch leitfähigen Substrat, wobei mindestens ein Substrat elastisch ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß

- mindestens ein Substrat (1, 2) eine weichmagnetische Schicht aufweist,
- eine Magneteinrichtung (6) in Richtung der Leiterbahn (4) mit einem konstanten Abstand geführt ist,
- beide Substrate (1, 2) einen solchen Abstand aufweisen, daß unter magnetischer Einwirkung eine Berührung entsteht und
- die Widerstandsschicht (3) und die Leiterbahn (4) Strukturen (3a, 4a) aufweisen, welche in Bewegungsrichtung der Magneteinrichtung (6) alternierend ineinandergreifen.

2. Positionssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandsschicht (3) und die Leiterbahn (4) kammartige Strukturen (3a, 4a) aufweisen.

3. Positionssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die weichmagnetische Schicht als ein- oder beidseitig gestützte Biegebalkenstruktur (9a) ausgebildet ist.

4. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beide Substrate (1, 2) durch Abstandshalter (7) getrennt sind.

5. Positionssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Sicherung des Substratabstandes die Widerstandsschicht (3) und die Leiterbahn (4) unterschiedliche Schichtdicken aufweisen.

6. Positionssensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die weichmagnetische Schicht mit elektrisch leitfähigem Material beschichtet ist.

7. Positionssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Permanentmagnet (6) dem nichtmagnetischen Substrat (2) gegenüberliegt.

8. Positionssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrisch nichtleitfähige Substrat (1) aus Keramik oder Kunststoff besteht.

9. Positionssensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß beide Substrate (1, 2) hermetisch verschlossen sind.

10. Positionssensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die kammartigen Strukturen (3a, 4a) Einzelwiderstände zwischen den Abgriffen aufweisen.

11. Positionssensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelwiderstände mittels Laserschnitten auf bestimmte Widerstandswerte abgleichbar sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- L rseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 1

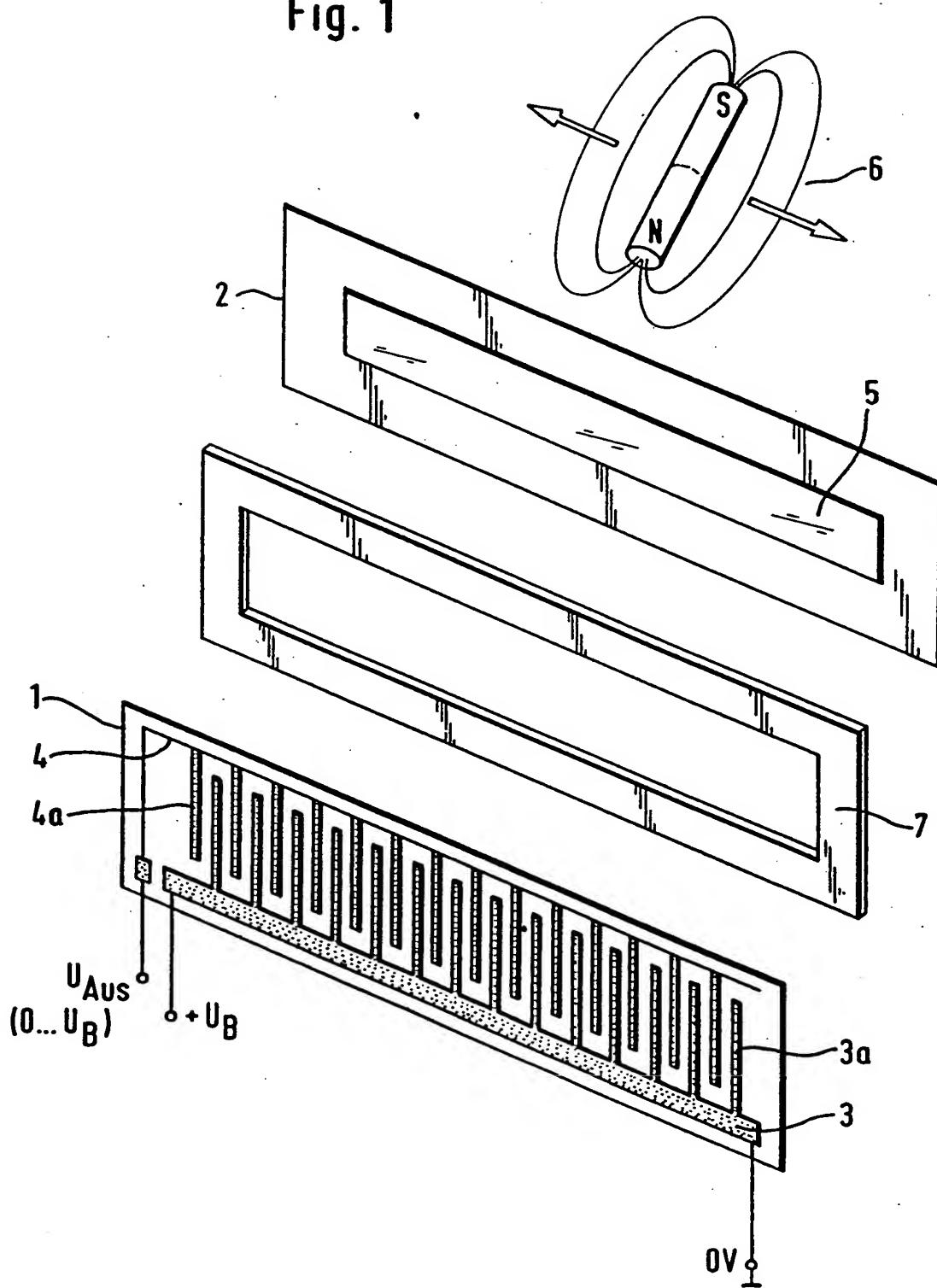
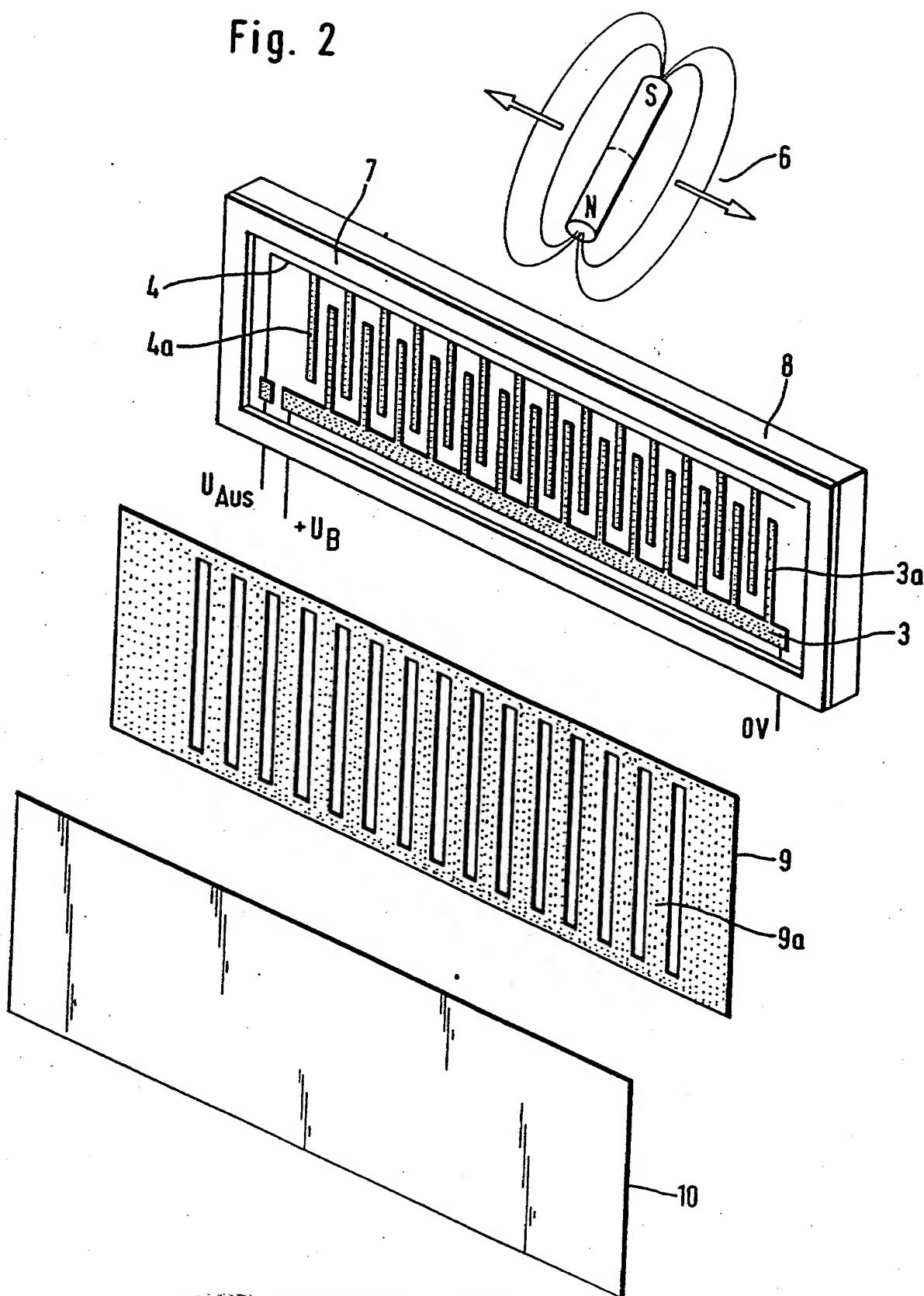


Fig. 2



**Passive non-contact magnetic position sensor - has conducting and non-conducting substrates with resistive layer and conducting path engaging each other in direction of motion of magnet causing contact between the substrates**

**Patent Assignee:** VDO SCHINDLING AG ADOLF

**Inventors:** WALLRAFEN W

#### Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 4309442	A1	19940929	DE 4309442	A	19930324	199438	B
US 5442865	A	19950822	US 94177167	A	19940104	199539	
DE 4309442	C2	19960912	DE 4309442	A	19930324	199641	

**Priority Applications (Number Kind Date):** DE 4309442 A ( 19930324)

#### Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 4309442	A1		5	G01B-007/00	
US 5442865	A		7	G01B-007/00	
DE 4309442	C2		5	G01B-007/00	

#### Abstract:

DE 4309442 A

The position sensor consists of a non-conducting substrate (1) with a resistive layer (3) and a conducting path (4) parallel to it forming a potentiometer tapping, and a second, electrically conducting substrate. (2) At least one of the substrates is flexible and at least one has a weakly magnetic layer.

A magnet arrangement (6) is moved in the direction of the conducting path at a constant distance. The substrate separation is selected so that contact occurs under magnetic force. The resistive layer and conducting path have structures (3a,4a) which engage each other alternately in the direction of motion of the magnet arrangement.

**USE/ADVANTAGE** - Distance and angle sensing, position sensing. Simple position sensor operates accurately without wear over large temp. range.

Dwg.1/2

US 5442865 A

The position sensor has an electrically non-conductive substrate with a resistance layer and a conductor

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

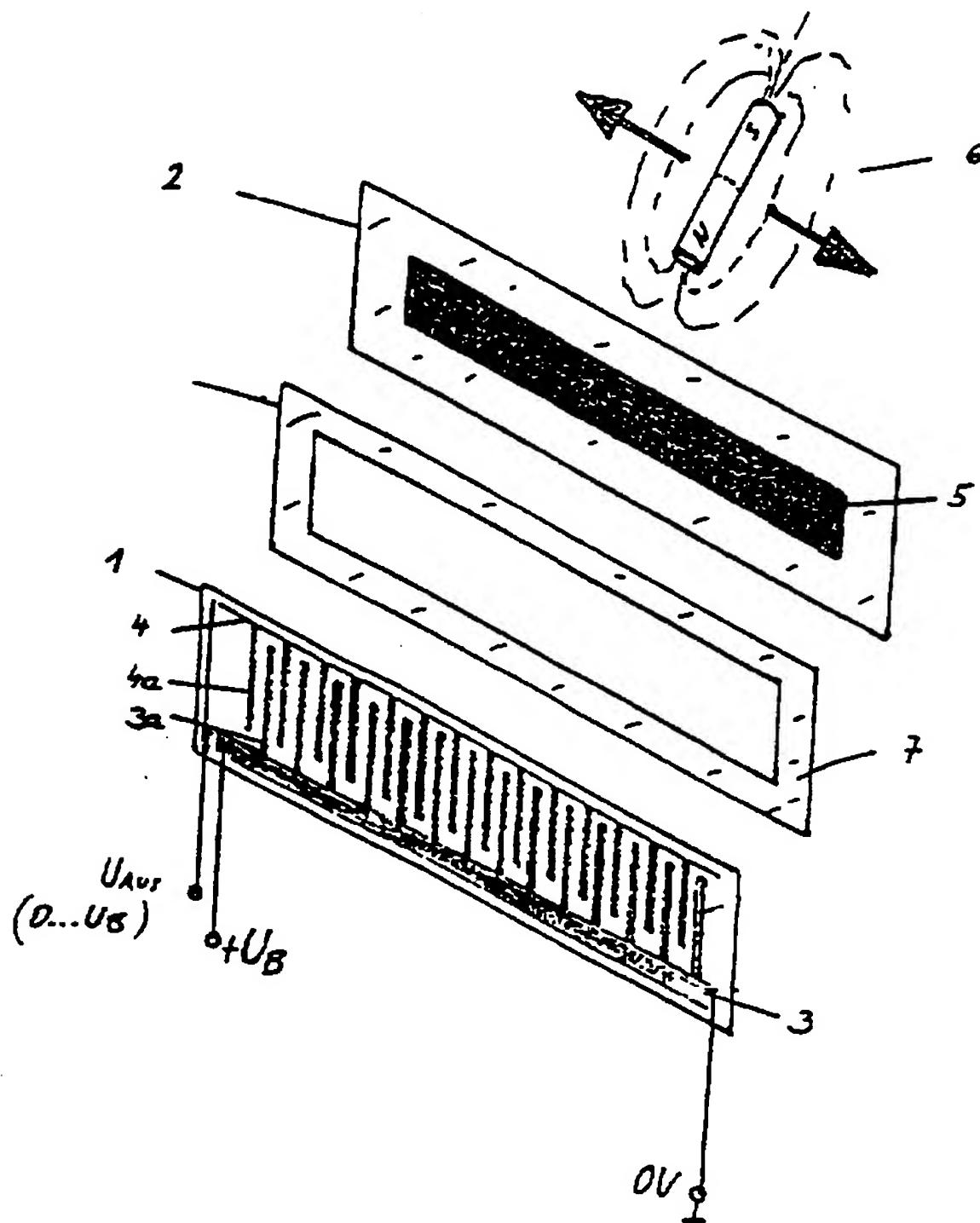
track serving as a potentiometer tap arranged parallel thereto, and a second, electrically conductive substrate. At least one substrate is of resilient construction, and at least one of the substrates has a soft-magnetic layer. A magnet is mounted for guidance in the direction of the conductor track, and is located at a constant distance away from the conductive track. The two substrates are spaced apart at a distance allowing contact to be produced under magnetic action.

The resistance layer and the conductor track each have structural parts which engage alternately into each other along a path of movement of the magnet.

**ADVANTAGE** - Low in wear and operates accurately and is simple to construct, while permitting wider range of operating temperatures.

Dwg.1/4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Derwent World Patents Index  
© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.  
Dialog® File Number 351 Accession Number 10035961

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)